

**(6) Japanese Patent Application Laid-Open No. 59-169125 (1984) and its corresponding U.S.P. No. 4,571,486**

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-169125

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/26  
21/324

識別記号

庁内整理番号  
6851-5F  
6851-5F

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月25日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 半導体ウエハーの加熱方法

⑯ 特 願 昭58-42203

⑰ 出 願 昭58(1983)3月16日

⑱ 発 明 者 荒井徹治  
横浜市緑区元石川町6409番地ウ  
シオ電機株式会社内

⑲ 発 明 者 三村芳樹  
横浜市緑区元石川町6409番地ウ  
シオ電機株式会社内

⑳ 出 願 人 ウシオ電機株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6  
番1号朝日東海ビル19階

㉑ 代 理 人 弁理士 大井正彦

明 細 書

1. 発明の名称

半導体ウエハーの加熱方法

2. 特許請求の範囲

1) 半導体ウエハーの加熱すべき領域及び加熱を必要としない領域の少なくとも一方に膜を設けることにより加熱すべき領域の表面の反射率を加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくし、その後半導体ウエハーに閃光を照射して加熱することを特徴とする半導体ウエハーの加熱方法。

2) 膜が酸化シリコンより成り、加熱すべき領域上の膜厚が0.06~0.15 $\mu$ mの範囲内であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体ウエハーの加熱方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体ウエハーの加熱方法に関するものである。

半導体ウエハー(以下単に「ウエハー」という。)は、集積回路、大規模集積回路などの半導体デバ

イスを製作する場合における基板として用いられる。このような半導体デバイスの製作においては、その製作プロセス中に目的に応じて種々の加熱工程が必要とされる。この加熱工程としては、例えばイオン注入層の結晶欠陥を回復させるためのアニール工程、ウエハー中に含有せしめた不純物を熱により拡散せしめる熱拡散工程、不純物の活性化のための熱処理工程等があり、このうち例えばアニール工程においては、従来電気炉によりウエハーを加熱する方法が知られている。しかしながら最近素子の高密度化が要求され、不純物分布の微細化が必要とされることから、アニール時における不純物の熱拡散及び再分布を無視することができなくなり、このためアニール時間は短時間であることが要求されるようになったが、電気炉では短時間加熱が困難である。

これに対して最近レーザービーム或いは電子ビームを用いたアニール方法が開発され、この方法によれば短時間加熱は可能であるが、照射ビームが単一波長であるため、照射ビームの干渉作用が著

しくこれによりウエハー表面に損傷が生ずること、ビームを走査する場合には走査幅の境界部分における不連続性或いは不均一性の問題が生ずること等の問題点を有し、特に大面積のウエハーのアニールには不向きである。

このようなことから、現在閃光放電灯よりの閃光照射によりウエハーをアニールする方法が検討されている。閃光照射によれば短時間で所要の温度に昇温させることが可能であり、しかも閃光は単一波長の光ではないため干渉が生じにくくて損傷が生ぜず、その上、閃光はビームではないため走査する必要がなく従つて走査によつて生ずる走査幅の境界部分における不連続性或いは不均一性の問題点を有さず、大面積のウエハーを加熱することができるとの利点を有している。

しかしながらウエハーの加熱処理においては加熱すべき部分を加熱することが必要であつて、加熱を必要としない部分を加熱することは好ましくないが、例えばアニール工程に付する前のウエハーの表面にはイオン注入層、酸化膜によるイオン

注入のためのマスク層など種々の層が形成されていて、通常部分によつて反射率が異なり、このため照射源即ち閃光の照射強度を規定したとしても表面の反射率の差異によつて各部分の到達温度が異なり、この結果必ずしも加熱すべき部分が所定の温度に加熱されるとは限らず加熱を必要としない部分が高温にさらされて損傷する場合がある等の問題がある。

本発明は以上の如き事情に於いてなされたものであつて、ウエハーの加熱すべき領域を選択的に加熱することができて加熱を必要としない領域の過熱を防止することができる半導体ウエハーの加熱方法を提供することを目的とし、その特徴とするところは、半導体ウエハーの加熱すべき領域及び加熱を必要としない領域の少なくとも一方に膜を設けることにより加熱すべき領域の表面の反射率を加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくし、その後半導体ウエハーに閃光を照射して加熱する点にある。

以下図面によつて本発明をイオン注入後のウエ

ハーのアニールに適用する場合の一実施例について説明する。

第1図は光源として用いる閃光放電灯の一例を示す説明図であり、1,1は一对の電極、2は封体であつて、例えば寸法の一例を挙げると、アーク長は40mm、封体2の内径D1は8mm、封体2の外径D2は10mmである。

第2図は、第1図に示した構成の閃光放電灯の多数を用いて構成した加熱炉の一例を示し、この例においては、9本の閃光放電灯3が互に平行で近接した平面P1及びP2内にそれぞれ5本及び4本宛密に並んでいわばチドリ状に配置され、これにより約50mm×40mmの閃光面光源Sが形成されている。4は閃光面光源Sの上方及び側方を蔽うよう設けたミラーであり、5は閃光面光源Sから約10mm程度下方に配置したウエハーを保持する試料台である。尚図示はしないが、この試料台5におけるウエハー保持部にはヒーターが設けられていて、このヒーターによりウエハーが閃光照射による主加熱に先立つて予備的に加熱される。

6は試料台5に保持されたウエハーである。

このウエハー6は例えば第3図に示す状態のものである。第3図において、60はシリコン基板、62はシリコン基板60の所定部分にイオン注入するために設けられた酸化シリコンより成るマスク層である。61はシリコン基板60の所定部分にヒ素が、エネルギー40keV、粒子数 $5 \times 10^{15}$ 個/cm<sup>2</sup>でイオン注入されたイオン注入層である。シリコン基板60の厚さは約300~650μmであり、イオン注入層61における結晶欠陥部分の深さは約0.2~1.0μm程度であり、マスク層62の厚さは約0.9μmである。このウエハー6においては、イオン注入層61が加熱すべき領域であり、このイオン注入層61を除いた他の領域が加熱を必要としない領域である。

本発明の一実施例においては、上述の構成の加熱炉を用いて上述のウエハー6に対し次のようにしてウエハー6を加熱してアニールを行なう。

即ち、先ず第4図に示すようにウエハー6の表面全体に厚さ約0.1μmの酸化シリコンより成る膜

7を設ける。この膜7を形成する方法としては従来公知の薄膜製造方法を用いることができる。

次に膜7を設けたウエハー6を第2図に示した加熱炉における試料台5のウエハー保持部に保持せしめ、閃光照射に先立つて試料台5のヒーターによりウエハー6を温度約350℃程度にまで予備的に加熱する。

ウエハー6の温度が約350℃程度となつた時点において閃光面光源Sによりウエハー6の表面全体に閃光を照射してウエハー6を加熱する。この閃光照射においては、ウエハー6の表面における照射強度は18.5ジュール/cm<sup>2</sup>、照射時間(閃光の $\frac{1}{2}$ 波高長におけるパルス時間幅をいう)は400マイクロ秒の条件とされる。

以上のような方法でウエハー6の加熱を行なうわけであるが、一般に閃光照射によるウエハーの加熱においては、閃光照射条件とウエハーの特性とによりウエハーの表面の到達温度が理論的に導き出されることが知られている。即ち平均反射率Rを有するウエハーに、閃光の $\frac{1}{2}$ 波高長における

パルス時間幅 $t$ (マイクロ秒)及びウエハーの表面における照射強度 $E$ (ジュール/cm<sup>2</sup>)の閃光を照射すると、パルス時間幅 $t$ が略50マイクロ秒以上である場合には、ウエハーの表面の到達温度 $T$ (℃)は近似的に下記式(1)で表わされる。

$$T = a \cdot (1-R) \cdot E \cdot t^b + T_A \dots \dots \dots (1)$$

この式(1)において、 $a$ 及び $b$ はウエハーを構成する物質の熱伝導率、密度、比熱等によつて定まる定数であり、ウエハーがシリコンより成る場合には、 $a$ は約540、 $b$ は約-0.37である。(1-R)・ $E$ はウエハーに吸収された単位面積当たりのエネルギーである。 $T_A$ は予備加熱した場合の予備加熱温度である。平均反射率 $R$ は下記式(2)によつて定義されるものである。

$$R = \frac{\int I(\lambda) R(\lambda) d\lambda}{\int I(\lambda) d\lambda} \dots \dots \dots (2)$$

この式(2)において、 $I(\lambda)$ は波長 $\lambda$ における閃光強度を表わし、 $R(\lambda)$ は波長 $\lambda$ における反射率を表わす。ウエハー加熱用の閃光の場合には $I(\lambda)$ はほ

ぼ一定であり、 $R(\lambda)$ は、ウエハーの光学定数(屈折率、消衰係数等)、ウエハーの表面に膜がある場合にはその膜の光学定数(屈折率、消衰係数等)及び膜の厚さにより定められる。

第5図は、ウエハーがシリコンより成り、このウエハーの表面上に酸化シリコン膜を設けた場合の酸化シリコン膜の厚さと平均反射率 $R$ との関係を示す曲線図であり、この図から明らかなように酸化シリコン膜の厚さが約0.06~0.15 $\mu$ mの範囲内では平均反射率 $R$ が比較的小さく、厚さが0.15 $\mu$ m以上では厚さが変わつても平均反射率 $R$ はあまり変動せず略0.31である。

このような理論的背景のもとにおいて、上記実施例の方法によれば、ウエハー6の加熱すべき領域即ちイオン注入層61の表面には厚さ0.1 $\mu$ mの酸化シリコンより成る膜7が設けられているため、第5図の曲線図から求められるように、加熱すべき領域の表面の反射率が約0.26となる。一方加熱を必要としない領域即ちマスク層62が設けられている領域においては、マスク層62が酸化

シリコンより成りその厚さが0.9 $\mu$ mであり、さらにこのマスク層62上には厚さ0.1 $\mu$ mの酸化シリコンより成る膜7が設けられているのでこの領域における酸化シリコンの厚さは合計1.0 $\mu$ mとなり、同じく第5図の曲線図から求められるように、加熱を必要としない領域の表面の反射率が約0.31となる。従つて加熱すべき領域の表面の反射率が加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくなり、この結果前記式(1)から理解されるように加熱すべき領域の到達温度が加熱を必要としない領域の到達温度よりも高くなり、加熱すべき領域を選択的に加熱することができると共に、加熱を必要としない領域の過熱を防止することができ、結局ウエハーの良好なアニールを達成することができると共にウエハーの過熱による損傷を防止することができる。

因みに、上記実施例におけるウエハー6の表面の到達温度を前記式(1)に代入して計算すると、加熱すべき領域の到達温度 $T_1$ は、

$$T_1 = 540 \times (1 - 0.26) \times 18.5 \times 400^{-0.37} + 350 = 1155 (^\circ\text{C})$$

加熱を必要としない領域の到達温度  $T_2$  は、

$$T_2 = 540 \times (1 - 0.31) \times 18.5 \times 400^{-0.37} + 350 = 1101 \text{ (C)}$$

となり、良好なアニールを達成することができ、しかも加熱を必要としない領域の過熱を防止することができ、実際に加熱処理後において加熱を必要としない領域を調べたところ損傷はみられなかった。

一方比較テストとして膜7を設けず他は上記実施例と同様にして加熱を行なったところ、イオン注入層61は露出しており、このイオン注入層61の反射率は0.43と大きく、加熱すべき領域の到達温度  $T_1$  は

$$T_1 = 540 \times (1 - 0.43) \times 18.5 \times 400^{-0.37} + 350 = 970 \text{ (C)}$$

加熱を必要としない領域の到達温度  $T_2$  は

$$T_2 = 540 \times (1 - 0.31) \times 18.5 \times 400^{-0.37} + 350 = 1101 \text{ (C)}$$

となり、加熱すべき領域の到達温度  $T_1$  が加熱を必要としない領域の到達温度  $T_2$  よりも低くなつて良好なアニールを達成することができなかつた。

これに対して、閃光面光源Sを調整して照射強

領域の表面の反射率が加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくなるので、膜7の形成において膜7をウエハーの特定部分に選択的に設けることが不要となるので、膜7の形成作業が極めて容易となる。そして閃光照射に先立つてウエハーを予備的に加熱しているので必要とされる閃光の照射強度を小さくすることができて閃光放電灯の使用寿命を長くすることができる。

以上本発明の一実施例について説明したが本発明においては種々変更が可能である。例えば膜7の材質としては、酸化シリコンの他、窒化シリコン ( $\text{Si}_3\text{N}_4$  等)、PSG ( $\text{P}_2\text{O}_5$  を 8% 含有する  $\text{SiO}_2$  より成るガラス)、アルミニウム等を用いてもよく、この場合にも酸化シリコンの場合と同様に膜厚の変化を利用して反射率を変えることができる。そして膜7はウエハーの加熱すべき領域上にのみ設けてもよいし、加熱を必要としない領域上にのみ設けるようにしてもよいし、或いは加熱すべき領域と加熱を必要としない領域の両者にそれぞれ異なる厚さのものを設けてもよく、何れの場合に

度Eを24  $\text{Joule/cm}^2$  に高くした他は上述の比較テストと同様にして加熱を行なったところ、加熱すべき領域の到達温度  $T_1$  は

$$T_1 = 540 \times (1 - 0.43) \times 24 \times 400^{-0.37} + 350 = 1155 \text{ (C)}$$

加熱を必要としない領域の到達温度  $T_2$  は

$$T_2 = 540 \times (1 - 0.31) \times 24 \times 400^{-0.37} + 350 = 1324 \text{ (C)}$$

となり、イオン注入層61のアニールは行なうことができたが、加熱を必要としない領域が大幅に過熱されて新たな結晶欠陥、クラックなどの損傷が発生しウエハーは実用に供し得ないものとなつた。

以上の実施例によれば次のような効果を併せて得ることができる。即ち、ウエハーとして、シリコンより成り加熱を必要としない領域上に厚さ0.9  $\mu\text{m}$  の酸化シリコンより成るマスク層62が設けられているものを用い、膜7の材質として酸化シリコンを選択し、その厚さを0.06~0.15  $\mu\text{m}$  の範囲内即ち0.1  $\mu\text{m}$  としてこの膜7をウエハーの表面全体に設けるようにしているので、第5図に示した曲線図からも理解されるように、加熱すべき

においても膜7を設けることにより加熱すべき領域の表面の反射率が加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくなる必要がある。

以上本発明の一実施例をウエハーのイオン注入層をアニールする場合の一例について説明したが、本発明方法は、ウエハーの他の加熱処理においても適用することができる。

以上のように本発明は、半導体ウエハーの加熱すべき領域及び加熱を必要としない領域の少なくとも一方に膜を設けることにより加熱すべき領域の表面の反射率を加熱を必要としない領域の表面の反射率よりも小さくし、その後半導体ウエハーに閃光を照射して加熱することを特徴とする半導体ウエハーの加熱方法であるから、ウエハーの加熱すべき領域を選択的に加熱することができて加熱を必要としない領域の過熱を防止することができる半導体ウエハーの加熱方法を提供することができる。

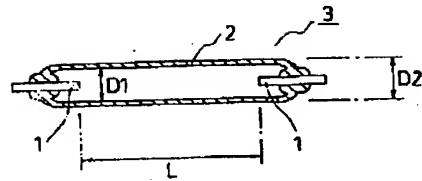
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は閃光放電灯の一例を示す説明用断面図、

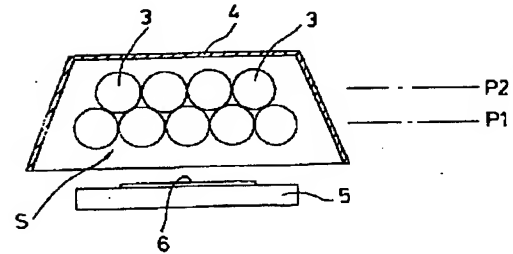
第2図は閃光放電灯を用いた加熱炉の一例を示す説明用断面図、第3図はウェハーの一例を示す説明用断面図、第4図はウェハーの表面に膜を設けた状態を示す説明用断面図、第5図は酸化シリコンの膜厚と平均反射率との関係を示す曲線図である。

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1 … 電極      | 2 … 封体      |
| 3 … 閃光放電灯   | S … 閃光面光源   |
| 4 … ミラー     | 5 … 試料台     |
| 6 … ウェハー    | 60 … シリコン基板 |
| 61 … イオン注入層 | 62 … マスク層   |
| 7 … 膜       |             |

第1図

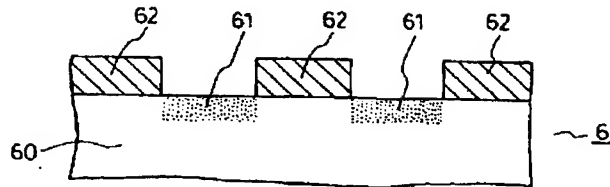


第2図

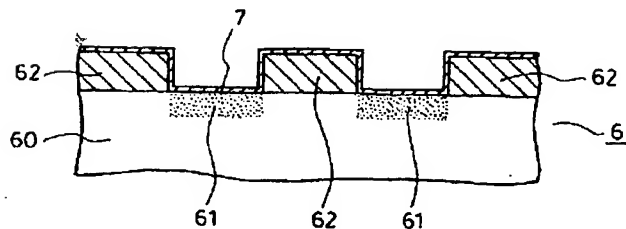


代理人 弁理士 大井正彦

第3図



第4図



第5図

